

SUMBANGAN SEDIMEN DARI SUB DAS PANASEN DAN NOONGAN TERHADAP PENDANGKALAN DANAU TONDANO DI SULAWESI UTARA

(Studi Sedimen Sub DAS Tondano Hulu Bagian Selatan)

*SEDIMEN CONTRIBUTION OF PANASEN AND NOONGAN SUB
CATCHMENTS TO DEPOSITION OF TONDANO LAKE, NORTH
SULAWESI PROVINCE*

(Sediment Study of the Southern Tondano Upland Sub Catchment)

Helena Sri Sulastriningsih¹, Sutikno², Damakusuma D.²

Program Studi Geografi

Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The objective of this research are : (1) to know sediment contribution from Panasen and Noongan Sub Catchments into Tondano Lake, (2) to know the changes of bed morphology of the Tondano Lake on Panasen and Noongan river mouths.

The study was conducted with primary and secondary data. The primary data were current velocity, water river level and discharge, suspended load, bed load, and depth of the lake around the mouth of Panasen and Noongan rivers. The secondary data included rainfall, geology condition, hydrology, soil, land use, erosion and land unit, and bathymetric map of 1995-1996. The total sediment yields were determined by suspended and bed load. Bed loads was calculated by MPM (Meyer-Peter-Muller) and Livesey method. By comparing bathymetric data of 1995, 1996, and 2000, the deposition of Tondano Lake could be explained and analysed.

The results of the study showed the suspended discharge rating curve and sediment discharge rating curve in Panasen and Noongan Rivers from the upstream to downstream is not getting lower. The upstream of the Panasen river has a very high total sediment, which was effected by farming system of the clove cultivation in the upland of the Panasen river. Analysis of bed material shows that the grain size (d₅₀ and d₉₀) is coarse sand to coarse cobble (0,335-19,95 mm). There was a difference of the total erosion rate and sediment yield in the river course which affected deposition material along the transportation. The rate of deposition on the lake bed between 1995 to 1996 was not only affected by sediment from the upstream, but also was influenced by longshore processes, which activated erosion and accresion of the lake coast line.

Keywords : *sediment contribution, deposition, morphology*

¹ FIPS Universitas Negeri Manado

² Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Danau Tondano merupakan resevoir alam yang menampung air dan sedimen di sekitarnya yang terletak di hulu DAS Tondano. Suparto (1995) mengemukakan bahwa Danau Tondano telah mengalami pendangkalan sebagai akibat adanya sedimentasi dan erosi dari daerah atasan (*upland*) yang melampaui ambang batas toleransi. Hal ini mengakibatkan luas danau menyusut dari 5.600 ha menjadi 4.800 ha dan kedalamannya berkurang dari rata-rata 42 meter menjadi rata-rata 19 meter selama periode 1939-1992, yang berarti kecepatan pendangkalan rata-rata adalah 0,45m/tahun. Berdasarkan data Sekretariat Tim Pengendalian Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat (1985) dan Kurnia (1995) laju sedimentasi pada beberapa Sub DAS di Indonesia berkisar antara 1,6-29,2 mm/tahun. Kecepatan penyusutan luas Danau Tondano rata-rata 13,5 ha/tahun. Hal ini didukung oleh hasil pengukuran instansi Badan Pertanahan (BPN) Sulawesi Utara pada tahun 1995 yang menyatakan luas Danau Tondano tinggal 4.472 ha dengan kedalaman bervariasi pada beberapa tempat (Sinulingga, 1996).

Hasil penelitian Kumayas (1992), pada Sub DAS Tondano hulu bagian selatan menunjukkan daerah-daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi berat, berada pada sebagian hulu Sungai Noongan dan sebagian pada hulu Sungai Panasen. Berdasarkan peta penggunaan tanah daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat berat berada pada daerah perkebunan kelapa dan cengkeh untuk daerah hulu Sungai Noongan, sedangkan hulu Sungai Panasen berada pada perkebunan dan persawahan. Daerah aliran sungai Tondano hulu bagian selatan mempunyai sungai yang permanen, yaitu Sungai Pansen dan Noongan.

Mengingat besarnya manfaat Danau Tondano yang kondisinya kian memprihatinkan, perlu diadakan perbaikan dengan penanganan dan pengelolaan terpadu guna kelestarian Danau Tondano sebagai andalan masyarakat di sekitarnya. Suparto 1996, mengatakan bahwa pendangkalan Danau Tondano disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain (1) pembersihan vegetasi bawah (rumput-rumputan) di bawah pohon cengkeh, pengolahan dan pelumpuran tanah sawah pada musim tanam, (2) penggunaan pupuk atau bahan organik yang dapat larut dan terbawa masuk ke dalam danau akan merangsang pertumbuhan tanaman gulma air dan binatang air, dan (3) penerapan teknik-teknik konservasi tanah, terutama pada lahan berlereng yang kurang tepat.

Keberadaan Danau Tondano semakin mengkhawatirkan karena terjadi pengendapan yang kuat. Oleh karena itu, masalah itu perlu segera diatasi secara terpadu agar fungsi danau tetap terjaga. Berdasarkan hal ini penelitian difokuskan untuk menjawab (a) berapakah besar sumbangan sedimen dari Sungai Noongan dan Sungai Panasen yang masuk ke Danau Tondano, dan (b) bagaimana perubahan morfologi dasar danau pada muara Sungai Noongan dan Sungai Panasen.

Upaya pelestarian sumber daya lahan erat kaitannya dengan pelestarian DAS. Menurut Soenarso Simoen (1985) pengelolaan lingkungan DAS dari sedimentasi perlu diperhatikan pada daerah-daerah pertanian, sedangkan Emery dan Milliman mengatakan bahwa sumber sedimen pantai adalah erosi yang dipindahkan sepanjang pantai sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai.

CARA PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan peta rupa bumi, peta penggunaan lahan, peta geologi, peta tanah, peta lereng, peta satuan bentuk lahan, peta batimetri tahun 1995 serta 1996, peta hidrogeologi, data iklim, dan foto udara pankromatik hitam putih. Alat utama dalam penelitian meliputi *current meter*, *suspended sampler*, dan *bed-load sampler*.

Sampel sedimen diambil pada 5 titik lokasi, 3 di hulu sungai dan 2 di bagian hilir. Sampel di danau diambil pada 4 lokasi untuk mengambil muatan dasar dan kandungan organis serta pada 8 titik untuk pengambilan sampel kedalaman.

Metode MPM dan Livesey (1975 dalam Seyhan, 1976) yang digunakan untuk penghitungan sedimen, adalah *suspended discharge rating curve* dan *sediment discharge rating curve*. Karena itu, prediksi dan perhitungan sedimen Sungai Noongan dan Panasen perlu dilakukan.

HAIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi daerah penelitian adalah Sub Daerah Aaliran Sungai Tondano hulu bagian selatan. Secara administratif daerah itu terdiri atas Kecamatan Kakas, Kecamatan Longawan, dan Kecamatan Tompasso. Berdasarkan peta rupa Bumi lembar Longawan skala

1:50.000, daerah penelitian terletak antara 124°45'45" BT hingga 124°53'22" dan 1°05'15" LU hingga 1°12'15" LU (lampiran II).

Daerah penelitian di sebelah barat dibatasi oleh Kecamatan Kawangkoan, sebelah utara dibatasi oleh Kecamatan Remboken dan Danau Tondano, sebelah timur dibatasi oleh Pegunungan Lembe dan Gunung Kaweng dan sebelah selatan dibatasi oleh Gunung Manimporak. Berdasarkan jumlah bulan basah dan bulan kering, daerah penelitian hanya mempunyai satu tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson, yaitu Tipe B atau basah. Kondisi suhu di daerah penelitian berkisar antara 21,1° C hingga 23,7° C dan tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara satu daerah dengan daerah yang lain.

Menurut Van Bemmelen, daerah penelitian termasuk Zone Minahasa yang dicirikan oleh volkan aktif. Pegunungan volkanik dari Zone Minahasa menyebar dari pusat orogenik yang berada di cekungan Sulawesi. Daerah itu termasuk Zone Quarternary Minahasa Sangihe Volcanic Arc, yang dicirikan oleh gugusan volkan yang masih aktif memanjang dari Kepulauan Sangihe di Utara dan berakhir di kepulauan Una-una di Selatan. Daerah Tondano terdiri atas empat formasi geologi, yaitu endapan danau dan sungai (Qs), batuan gunungapi muda (Qv), Tuff Tondano (Q Tv), dan batuan gunungapi tua (Tmv).

Kondisi tanah di daerah penelitian dideskripsikan berdasarkan hasil penelitian Kumayas (1992), yang menyebutkan bahwa daerah penelitian mempunyai jenis tanah regosol, podsolik kuning kemerahan, latosol, dan glei humus. Tanah regosol merupakan tanah-tanah baru yang mempunyai kedalaman rendah (dangkal) dan berbatasan dengan bahan induk. Tanah regosol terutama terjadi karena pelapukan bahan induk yang masih kecil. Tanah regosol terdapat pada bentuk lahan yang didominasi oleh material andesit, terutama pada material yang berasal dari gunungapi tua (jaman tersier).

Kondisi hidrologi daerah penelitian ditentukan oleh agihan material yang ada. Material yang berasal dari gunungapi di daerah penelitian dibagi menjadi empat, yaitu batuan dari gunungapi muda (young volcanic rocks/QV), batuan volkan umur kwarter-tercier (volcanic rocks/QTV), endapan material danau dan sungai (Qs), dan batuan vucanic tua/tercier (volcanic rock/TMV). Berdasarkan kondisi batuan dan geologi, maka kondisi hidrologi dapat dibagi menjadi tiga, yaitu akuifer produktif *fissures/interstices*, akuifer produktif *intergranular*, dan akuifer tidak produktif.

Berdasarkan debit, tinggi muka air, dan kandungan suspensi ternyata bahwa sungai Noongan menunjukkan peningkatan debit suspensi yang disertai dengan meningkatnya debit aliran pada bagian hulu (Winebetengan) dan bagian hilir (Talikuran). Hal yang berbeda terjadi pada Sungai Panasen, yang pada keberadaan debit yang besar tidak ada peningkatan debit suspensi. Hal ini terlihat pada bagian hulu (Panasen) yang mempunyai debit sungai besar tetapi debit suspensi kecil, sedangkan dibagian hilir (Sendangan), debit aliran yang lebih kecil (dibandingkan di bagian hulu) mempunyai debit suspensi yang lebih besar. Kondisi di sungai Panasen mungkin disebabkan oleh besarnya material yang terangkut di bagian hilir lebih besar dibandingkan dengan yang di bagian hulu, sehingga material yang terukur di sungai sebagai suspensi, semakin ke hulu semakin besar.

Peningkatan debit suspensi paling kecil ketika terjadi kenaikan debit aliran di Panasen (Sungai Panasen), dengan penyimpangan data yang cukup besar. Debit muatan suspensi akan mengalami kenaikan yang sangat besar ketika debit aliran naik di Sumarayar bagian Sungai Panasen, dan kenaikan debit muatan suspensi mempunyai nilai yang cukup baik yang ditunjukkan oleh nilai determinan (R^2) yang mendekati satu atau ($R^2=0,9987$). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada Sungai Noongan antara bagian hulu dan bagian hilir terjadi perbedaan yang cukup besar, terutama nilai konstante (Tabel 1, Lampiran I).

Pengukuran dan penghitungan material dasar di daerah penelitian dilakukan pada lima lokasi yang terletak di Sungai Panasen dan sungai Noongan serta di dasar danau empat lokasi. Pengukuran sedimen di danau Tondano dimaksudkan untuk menganalisis variasi sedimen yang terendapkan dan pengaruh daerah hulunya. Material dasar yang terukur dideskripsikan mengikuti klasifikasi yang dilakukan oleh Lane *et al.*, (1947, dalam Yang 1996).

Hasil analisis yang digunakan untuk penghitungan debit muatan dasar diperoleh dengan d_{50} dan d_{90} . Sungai Noongan, di bagian hulu (Winebetengan) mempunyai diameter butir material dasar lebih besar dibandingkan dengan yang di bagian hilir. Untuk Sungai Panasen, besarnya material dasar yang terangkut antara bagian hilir dan bagian hulu, sangat berbeda ukurannya. Bagian hulu (Panasen) mempunyai ukuran butir pasir kasar sampai kerikil halus, sedangkan pada bagian hilir (Sendangan) material mempunyai ukuran kerikil halus sampai kerikil kasar. Penyebab perbedaan itu adalah keberadaan material yang sudah terdapat di bagian hilir

sebagai hasil deposisi material dari hulu, sehingga material yang sudah menumpuk dalam saluran bagian hilir, akan mudah terangkut sampai tempat pengukur (Tabel 2., Lampiran II) bila terjadi kenaikan debit yang kecil.

Hasil pengukuran pada empat titik di muara Sungai Noongan dan Sungai Panasen di sepanjang bagian tepi danau Tondano menunjukkan bahwa material dasar yang terletak di muara sungai Noongan mempunyai ukuran butir paling halus dibandingkan dengan yang pada titik-titik lain di dasar danau Tondano. Distribusi material dasar danau yang terukur di kanan-kiri muara sungai mempunyai ukuran hampir sama atau lebih besar dibandingkan dengan yang terukur di muara. Agihan butir menurut empat fraksi menunjukkan bahwa Sungai Noongan antara bagian hulu (Winebetengan) dan bagian hilir (Talikuran) didominasi oleh fraksi ukuran 0,075-2 mm yang mencapai lebih dari 80%. Sungai Panasen di bagian hulu (Panasen) mempunyai muatan dasar dengan dominasi pasir (83,76%), lihat Tabel 3 pada Lampiran I.

Sumbangan sedimen diperoleh berdasarkan besarnya sedimen total pada kedua sungai. Berdasarkan hasil pengukuran dan penghitungan, maka dapat dibuat persamaan hubungan antardebit aliran dengan sedimen total. Pada Sungai Noongan, kenaikan debit mengakibatkan debit sedimen total yang cukup besar terjadi di bagian hilir (Talikuran) dibandingkan dengan di bagian hulu (Winebetengan). Sungai Panasen, mempunyai persamaan dengan konstante a dan b yang sangat berbeda. Nilai a yang besar di Sumarayar dengan determinan paling kecil ($R^2=0,6359$), menunjukkan bahwa perubahan debit di Sumarayar akan menghasilkan debit sedimen total yang besar, walaupun penyimpangan datanya juga lebih besar dari pada lokasi lain. Hal yang berbeda terjadi di bagian hilir (Sendangan), yang mempunyai determinan paling besar ($R^2=0,9137$), lihat Tabel 4 pada Lampiran I.

Besar laju erosi yang terjadi di Sungai Noongan dan Sungai Panasen mempunyai jumlah yang sangat berbeda. Bagian hulu Sungai Noongan (Winebetengan) mempunyai laju erosi 113396,283 ton/th sedangkan sedimen yang terukur di saluran hanya 1541,0366 ton/th. Pada bagian hilir Sub DAS Noongan (Talikuran) laju erosi mencapai sebesar 16451,5813 ton/th, sedangkan sedimen yang dihasilkan pada daerah tangkapannya hanya 5,0871 ton/th. Sungai Panasen pada bagian hulu (Panasen) mempunyai besar erosi 594652,244 ton/th dan sedimen yang terukur di sungai hanya sebesar 16264,366 ton/th. Bagian hilir (Sendangan) mengalami erosi sebesar 225015,528 ton/th

dengan sedimen terukur sebesar 22020,3542 ton/th, sedangkan pada sub-sub DAS Panasen di Sumarayar erosinya 69740,964 ton/th dengan sedimen terukur 1111,0272 ton/th. Besarnya erosi dan sedimen yang terukur di bagian hulu sungai Panasen (Panasen) lebih disebabkan oleh pola penggunaan lahan untuk tanaman cengkeh yang dalam pengelolaannya diperlukan pembersihan ladang, sehingga mengakibatkan banyak material yang terbongk dan terangkut aliran.

Anggapan yang menyatakan tentang keberadaan lahan untuk persawahan di daerah hulu merupakan penyebab hasil sedimen yang berasal dari Sungai Panasen lebih besar dari pada Sungai Noongan, ternyata tidak terbukti, dari hasil perbandingan luas lahan persawahan dan sedimen yang dihasilkan oleh kedua sungai itu.

Analisis tentang pendangkalan Danau Tondano dilakukan berdasarkan perubahan morfologi dasar danau. Perubahan morfologi dasar danau dipengaruhi oleh besarnya sedimen dasar danau yang ditentukan dari masukan besarnya sedimen Sungai Panasen dan Sungai Noongan, yang dibuktikan dengan penggambaran peta batimetri dan morfologi dasar danau tahun 1995, 1996 serta hasil pengukuran pada delapan titik di muara sungai Panasen dan Noongan.

Material dasar yang terdapat di muara Noongan mempunyai persentase lempung 48,4 % dengan material pasir 35,82%, dan kandungan bahan organik 7,318%. Material dasar Danau Tondano di muara Panasen mempunyai persentase lempung 19,49%, pasir 70,3%, dan bahan organik 2,709%. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kondisi sedimen yang terukur di bagian hilir Sungai Noongan dengan material dasar danau di muara Noongan. Di muara Panasen terjadi peningkatan persentase pasir. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas danau berperan dalam mendistribusikan sedimen ke dasar danau, sebagai akibat gerakan arus sepanjang danau.

Pengaruh keberadaan perikanan jaring apung telah mencapai 25% dari luas danau. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tahun 1995-1996 terjadi pendangkalan antara 0-3 m, sedangkan selama periode 1939-1992 kecepatan pendangkalan rata-rata 0,45 m/tahun (Suparto 1995). Hal ini membuktikan bahwa pengaruh keberadaan jaring apung sangat besar, apabila diasumsikan perubahan lahan antara 1995-2000 sedikit sekali.

Berdasarkan kondisi morfologi serta distribusi butir muatan dasar yang mempunyai ukuran dengan klasifikasi sama (pasir halus-pasir kasar) di dasar Danau Tondano, perubahan morfologi dasar Danau Tondano pada muara Sungai Panasen dan Sungai Noongan

tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan hasil sedimen dari kedua sungai itu, tetapi juga terpengaruh oleh proses geomorfologi, yaitu erosi dan akresi pada garis pantai danau dan aktivitas manusia pada Danau Tondano.

KESIMPULAN

Penggunaan lahan untuk persawahan di daerah atasan (hulu) sub DAS Noongan dan sub DAS Panasen, tidak menunjukkan bahwa semakin luas (termasuk persentasenya terhadap luas sub DAS serta luas daerah penelitian seluruhnya) mengakibatkan hasil sedimen yang masuk ke Danau Tondano menjadi besar. Morfologi dasar Danau Tondano menunjukkan perubahan berdasarkan peta betimetri dan hasil pengukuran. Perubahan yang terjadi pada dasar danau di muara Sungai Noongan dan Sungai Panasen, selain menunjukkan proses pendangkalan, juga proses erosi dan akresi pada dasar danau. Proses erosi dan akresi ini merupakan kerja arus sepanjang pantai danau.

Perubahan morfologi dasar danau juga dipengaruhi oleh kegiatan penduduk setempat yang meningkatkan/memperluas perikanan jaring apung. Pemberian makanan ikan dilakukan dengan memanfaatkan kerang yang berasal dari danau. Kulit atau cangkang kerang sisa makan banyak yang terendapkan di dasar danau. Hal ini terbukti dari kandungan organis yang besar di Danau Tondano (7%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada : (1) Prof. Dr. Sudarmadji, M.Eng.Sc., Drs. Soenarso Simoen, dan Drs. Widiyanto, M.S., atas masukannya dalam penyusunan proposal penelitian, (2) Miftahul Huda, S.Si., M.Si., atas bantuan untuk diskusi tentang analisis sedimen dan proses geomorfologi, dan (3) Kepala Laboratorium Geografi Tanah dan stafnya di Fakultas Geografi UGM atas analisis material dasar dan suspensi.

DAFTAR PUSTAKA

Kumayas, Mithel, 1992, *Kajian Morfokonservasi Daerah Tangkapan Hujan Danau Tondano*. Thesis S2. PPS Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Kurnia, U., 1995, *Kajian Faktor-faktor Fisik Penyebab erosi di Daerah Tangkapan danau Tondano*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan BAPPEDA Sulawesi Utara, Manado.
- Seyhan, E., 1976, *Prediction of Sediment Yields and Sources*. Geografisch Instituut de Rijkuniversiteit te Utrecht, the Netherlands.
- Simoen, S., 1985, Masalah Sedimentasi dalam Rangka Pengelolaan DAS. dalam Lokakarya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu, Departemen Kehutanan dan Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Sinulingga, 1996, *Pengelolaan Terpadu Dalam Pembangunan Catchment Area DAS Tondano*. Seminar dan Lokakarya Jurusan Geografi FPIPS IKIP Manado dan KANWIL BPN Sulut, Manado.
- Suparto., 1995, *Karakteristik dan Potensi Sumberdaya Lahan Daerah Tondano Sulawesi Utara*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat dan BAPPEDA Tk.I Sulawesi Utara, Manado.
- Yang, C.T., 1996, *Sediment Transport*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

LAMPIRAN I

Tabel 1. Persamaan Debit Muatan Suspensi

No	Lokasi	Persamaan Debit Muatan Suspensi
1	S. Noongan (Winebetengan)	$Q_s = 0,7074 Q^{2,3082}$ $R^2 = 0,8076$
2	S. Noongan (Talikuran)	$Q_s = 0,0219 Q^{2,487}$ $R^2 = 0,9499$
3	S. Panasen (Panasen)	$Q_s = 0,001 Q^{4,8971}$ $R^2 = 0,784$
4	S. Panasen (Sumarayar)	$Q_s = 11,705 Q^{6,38902}$ $R^2 = 0,9987$
5	S. Panasen (Sendangan)	$Q_s = 0,0618 Q^{2,2007}$ $R^2 = 0,9136$

Sumber: Data primer (2000)

Tabel 2. Agihan Fraksi Butir Muatan Dasar di Daerah Penelitian

No	Lokasi	Persentase Diameter Butir (%)				Debit Muatan Dasar (kg/dt)	
		<0,032 mm	0,032-0,075 mm	0,075-2 mm	>2 mm	MPM	Livesey
1	S. Noongan (Winebetengan)	8,98	5	84,08	1,96	0,010	0,0023
2	S. Noongan (Talikuran)	1,34	0,69	89,17	8,9	18,918	0,0248
3	S. Panasen (Panasen)	3,12	2,35	83,17	11,36	0,730	0,0245
4	S. Panasen (Sumarayar)	2,85	1,16	75,76	20,23	1,466	0,0015
5	S. Panasen (Sendangan)	1,49	0,9	40,21	57,4	9,054	0,0635

Sumber: Data primer, 2000

Tabel 3. Muatan Dasar yang Terendapkan di Danau Tondano

No	Lokasi			Persentase Diameter Butir (%)				Bahan organik (%)
	Titik	Jarak (m)	Kedalaman (m)	<0,032 mm	0,032-0,075 mm	0,075-2 mm	>2 mm	
1	Muara Noongan	0	0,9	48,4	15,78	35,82	0	7,318
2	Noongan	+100	7,5	16,28	11,87	71,85	0	3,536
3	Panasen	+275	7	24,38	12,72	62,9	0	5,441
4	Muara Panasen	+500	4,25	19,49	10,21	70,3	0	2,709

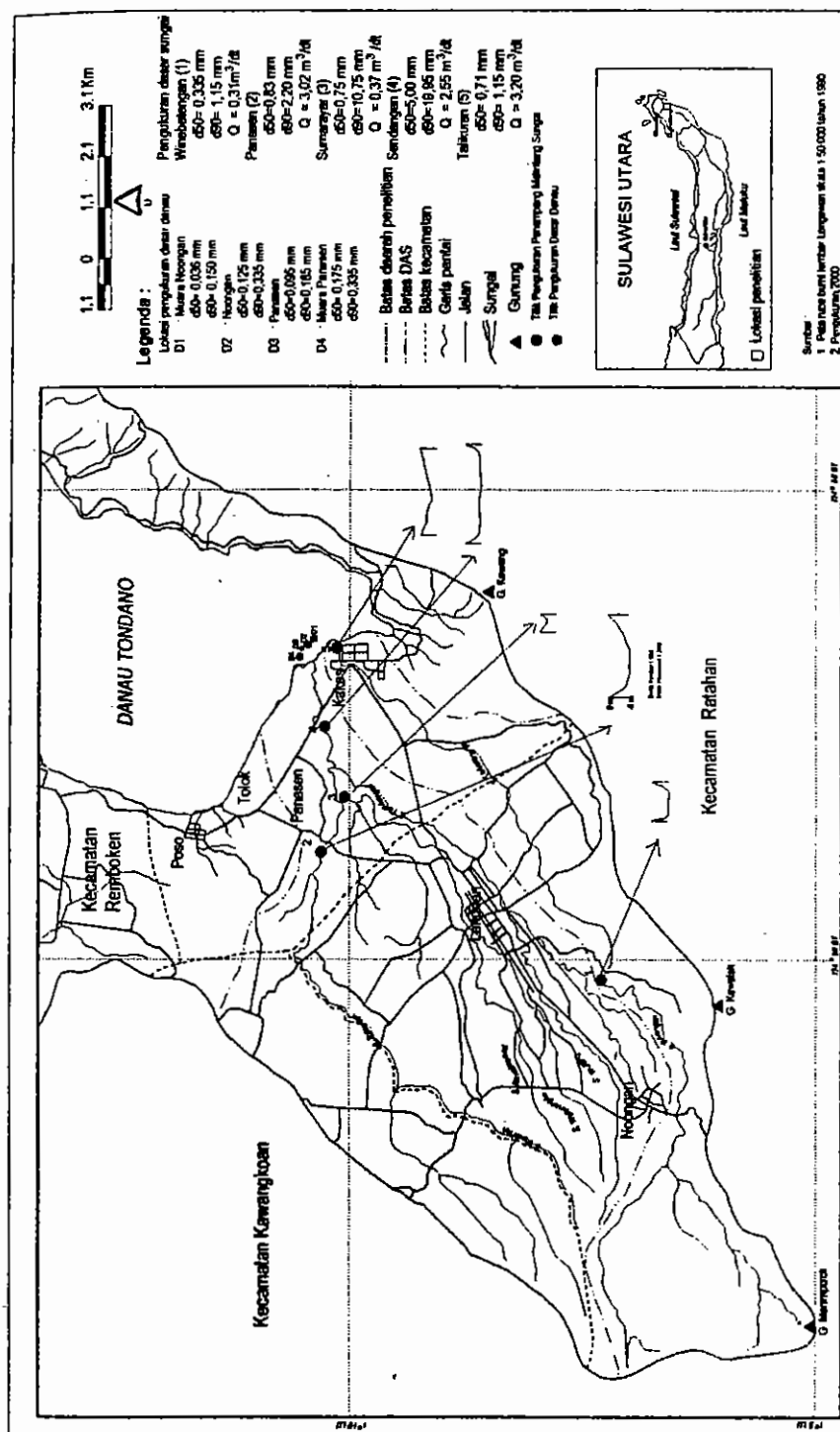
Sumber: Data primer (2000)

Tabel 4. Persamaan Debit dan Debit Sedimen Total

No	Lokasi	Persamaan Debit Sedimen Total
1	S. Noongan (Winebetengan)	$Q_{st} = 0,74 Q^{2,3081}$ $R^2 = 0,8076$
2	S. Noongan (Talikuran)	$Q_{st} = 0,023 Q^{2,487}$ $R^2 = 0,9499$
3	S. Panasen (Panasen)	$Q_{st} = 0,001 Q^{4,8971}$ $R^2 = 0,784$
4	S. Panasen (Sumarayar)	$Q_{st} = 1,857 Q^{4,2774}$ $R^2 = 0,6353$
5	S. Panasen (Sendangan)	$Q_{st} = 0,067 Q^{2,2007}$ $R^2 = 0,9137$

Sumber: Data primer (2000)

Lampiran II



Disusun oleh: Helena Sri Sulastriningsih (80391517267)